

Implementasi Alat Pendeteksi Warna Benda Menggunakan Fuzzy Logic dengan Sensor TCS3200 Berbasis Arduino

Iskandar Zulkarnain, Mukhlis Ramadhan, Badrul Anwar

STMIK Triguna Dharma

Abstrak

Pada umumnya pengukuran variabel warna dilakukan menggunakan LDR ataupun fototransistor. Warna disusun dari warna dasar, salah satunya untuk cahaya dengan warna dasar penyusunnya adalah warna merah, hijau dan biru (RGB), adapun parameter warna tersebut memiliki gelombang cahaya yang berbeda. Dengan perkembangan teknologi elektronika saat ini memungkinkan pendeteksian atau pengukuran warna dilakukan berdasarkan warna dasar penyusun salah satunya menggunakan sensor TCS3200. Penelitian ini adalah untuk merancang suatu alat yang dapat mendeteksi warna dengan sensor TCS3200 yang memanfaatkan perubahan arus yang besarnya sebanding dengan parameter warna dasar cahaya yang menyimpannya dan kemudian arus tersebut dikonversikan menjadi sinyal kotak dengan frekuensi sebanding dengan besarnya arus. Hasil pengujian menunjukkan bahwa keakurasian alat berfungsi dengan baik, hal ini berdasarkan dari sensitivitas sensor warna TCS3200 terhadap pengkonversian warna cahaya ke frekuensi baik untuk warna putih, warna hitam, warna primer serta warna-warna sekunder

Kata Kunci: Sensor, Warna, TCS3200, RGB, Gelombang cahaya

1. Pendahuluan

Teknologi semakin berkembang dan perkembangan teknologi dapat dirasakan oleh semua kalangan, dimana teknologi merupakan hasil dari peradaban manusia semakin maju, yang dirasakan sangat membantu dan mempermudah manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Begitu juga dengan bidang elektronika, yang menuntut otomatisasi dalam segala hal yang dapat meringankan pekerjaan manusia dan menjadikan segalanya mudah pekerjaan digunakan dan dapat mendatangkan keuntungan.

Salah satu teknologi yang bisa bekerja otomatis yaitu sensor warna TCS3200 digunakan untuk berbagai kebutuhan, salah satu untuk mengetahui analisa beberapa objek warna yang didekatkan pada sensor untuk membedakan beberapa jenis objek warna pilihan, mengetahui cara kerja sensor warna, supaya sensor warna tersebut bisa bekerja sesuai kebutuhan warna yang diperoleh.

Setiap warna bisa diukur atau pun dideteksi jika melihat dengan mata telanjang, warna yang sejenis dapat susah membedakannya, misalnya antara biru kehijau-hijauan dengan hijau paling muda, dan sebagainya. Dalam ilmu fisika, warna disusun dari warna dasar. Untuk cahaya, warna

cahaya penyusunnya adalah warna merah, hijau dan biru, atau lebih dikenal dengan istilah RGB (*Red-Green-Blue*). Adapun parameter warna tersebut memiliki gelombang cahaya yang berbeda.

Untuk pendeteksian warna dasar menggunakan fototransistor dan LDR, tidak mendapatkan hasil yang diinginkan. Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan, membutuhkan sensor yang peka terhadap perubahan warna pada warna dasar.

Dalam pembuatan laporan ini, ingin memaparkan suatu perancangan suatu instrumen ukur dengan memanfaatkan warna dasar RGB dalam pendeteksian warna. Dalam penggunaan alat ini kebanyakan pemakai hanya mengetahui fungsi dasarnya saja dan tanpa di sadari bahwa alat ini masih mempunyai kegunaan yang dapat di kembangkan untuk lebih menghasilkan fungsi yang lain yang sangat penting.

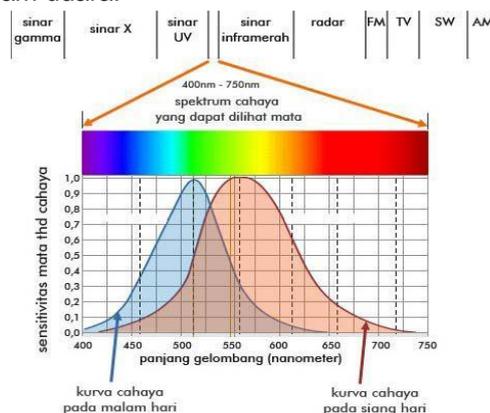
2. Landasan Teoritis

2.1 Sensor

Sensor adalah *device* atau komponen elektronika yang digunakan untuk mengubah besaran fisik sehingga bisa dianalisa dengan menggunakan rangkaian listrik. Contohnya, sensor ultrasonik adalah sensor yang cara kerjanya merubah gelombang pantulan suara menjadi energi listrik

2.2 Warna

Setiap warna bisa disusun dari warna dasar. Untuk cahaya, warna dasar penyusunnya adalah warna Merah, Hijau dan Biru, atau lebih dikenal dengan istilah RGB (*Red Green Blue*). Warna adalah spektrum tertentu yang terdapat di dalam suatu cahaya sempurna (berwarna putih). Identitas suatu warna ditentukan panjang gelombang cahaya tersebut. Cahaya tampak adalah bagian spektrum yang mempunyai panjang gelombang antara lebih kurang 380 nanometer (nm) dan 780 nanometer (nm) dalam udara.



Sumber : [//www.spektrumcahayatampak.com](http://www.spektrumcahayatampak.com)

Gambar 2.1 Spektrum Cahaya Tampak

Spektrum cahaya tampak tidak mengandung semua warna yang dapat dibedakan oleh mata dan otak manusia. Misalnya, warna-warna tak jenuh seperti pink atau ungu dan variasi-variasi warna seperti magenta tidak ada, karena warna-warna tersebut merupakan campuran dari beberapa panjang gelombang yang berbeda. Warna-warna yang hanya mengandung satu panjang gelombang disebut juga dengan warna murni atau warna spektral.

2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip, didalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program atau keduanya), dan perlengkapan *input-output*.

Dengan kata lain mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis atau dihapus dengan khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Mikrokontroler merupakan computer didalam chip yang digunakan mengontrol peralatan elektronika, yang menekan efisiensi dan efektifitas biaya, secara harfiahnya bisa disebut pengendali kecil dimana sebuah sistem elektronika yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC, TTL, dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler.

2.4 Arduino Uno

Arduino Uno adalah prototipe elektronika untuk chip mikrokontroler yang bersifat *open source*. Sampai saat ini *software* Arduino terus dikembangkan, begitu juga dengan *board* Arduino. Saat ini telah banyak beredar dengan bebas *board* yang kompatibel dengan Arduino, bahkan beberapa diantaranya telah dilengkapi dengan fasilitas yang lebih baik dan lengkap dibanding dengan *board* Arduino yang aslinya. *Uno* berasal dari bahasa *Italy* yang berarti satu. Arduino Uno merupakan *board* yang menggunakan chip mikrokontroler Atmega328 sebagai pusat kendalinya. Arduino Uno mempunyai 14 pin digital *input / output*, juga dilengkapi dengan 6 *input analog*, *osilator eksternal* dengan menggunakan kristal 16MHz, konektor USB, jack untuk *power supply*, *header*, untuk ICSP, dan tombol *reset*. Mikrokontroler berbasis ATmega 328 (datasheet). Arduino memiliki 14 pin input/output digital yang mana 6 pin tersebut dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, 16 MHz sebuah isolator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke computer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya.

Arduino Uno berbeda dari semua papan sebelumnya dalam hal itu tidak menggunakan FTDI chip driver USB to serial. Sebaliknya, fitur Atmega 16U2 (Atmega 8U2 hingga versi R2) diprogram sebagai konverter USB to serial Revisi 2 dari dewan Uno memiliki resistor menarik garis 8U2 HWB ke tanah sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU

3. Analisa dan Perancangan

Pada kasus buta warna yang bukan karena genetik, kelainan hanya terjadi pada salah satu mata saja dan kondisi ini bisa terus memburuk. Pasien dengan gangguan persepsi warna yang disebabkan oleh penyakit sering mengalami kesulitan membedakan warna biru dan merah. Sedangkan pada kasus ini buta warna karena factor keturunan, gangguan terjadi pada kedua mata, namun tidak mengalami penurunan. Buta warna lebih banyak dialami oleh pria daripada wanita. Berdasarkan penelitian 1 dari 12 pria mengalami masalah gangguan persepsi warna. Banyak orang beranggapan seseorang yang mengalami buta warna hanya bisa melihat warna hitam dan putih, layaknya melihat TV hitam putih. Anggapan tersebut tidaklah benar. Jarang sekali ditemukan seorang mengalami buta warna total (tidak memiliki persepsi warna sedikitpun). Orang dengan kelainan buta warna memang kadang-kadang mengalami kesulitan untuk memadankan warna pakaiannya, namun hal itu bukanlah masalah yang berat. Ia masih

dapat melakukan kegiatan normal, bahkan mengendarai mobil. Memang kadang ia mengalami kesulitan membedakan warna merah, kuning dan hijau pada lampu lalu lintas, tapi hal tersebut dapat diatasi dengan mengingat posisinya.

3.1 Algoritma Sistem

Algoritma sistem adalah aliran proses kerja sistem yang merupakan aliran *input* hingga *output*. Algoritma sistem merupakan suatu langkah atau tahapan proses dari sistem untuk menyelesaikan tugas dan fungsinya. Dimana penentuan algoritma yang digunakan tiap-tiap bagian penyusunan sistem merupakan penentuan nilai awal dan dilanjutkan dengan proses yang dilakukan oleh sistem agar memaksimalkan kinerja alat sesuai dengan yang diinginkan.

3.1.1 Tahapan Proses Sistem



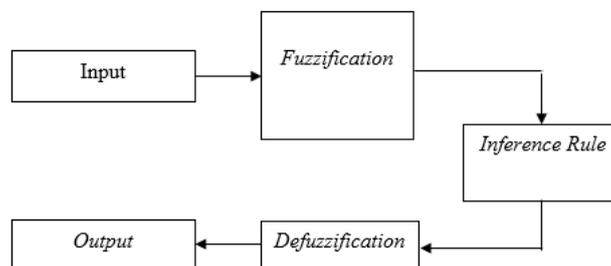
Gambar 1 Algoritma Sistem

3.1.2 Fuzzy Logic

Penerapan *fuzzy* dapat direalisasikan berupa algoritma sistem, dimana satu-satunya cara untuk membuat kategori setiap angka atau data yang terukur menjadi golongan atau kategori sesuai prinsip logika *fuzzy*. Tahapan-tahapan dalam logika *fuzzy* pada sistem ini adalah sebagai berikut :

1. *Fuzzifikasi* adalah merupakan proses untuk mendapatkan derajat keanggotaan dari sebuah nilai numerik masukan (*crisp*).
2. *Inference Rule* adalah proses pembentukan aturan-aturan yang akan digunakan kedalam satu sistem.
3. *Defuzzifikasi* adalah proses untuk mengubah hasil penalaran yang berupa derajat keanggotaan keluaran menjadi variable numerik kembali.

3.1.3 Diagram Blok Fuzzy



Gambar 2 Diagram Blok Proses Fuzzy

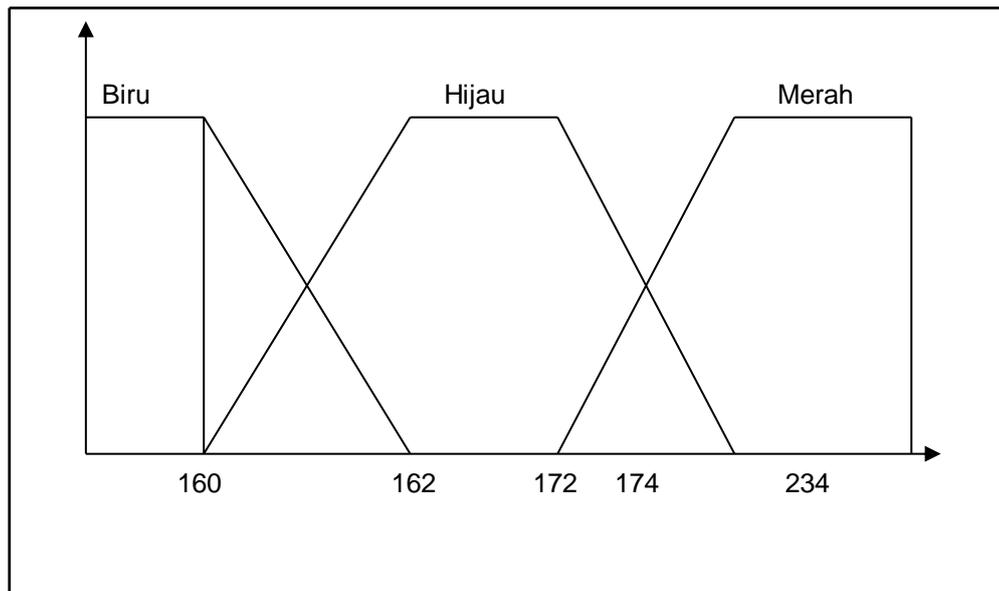
Pada diagram di atas, inputan yang berasal dari sensor ultrasonik dan LDR yang berupa nilai numerik (*crisp*) akan dianggotakan (*fuzzification*). Dari derajat keanggotaan yang ada, akan dibentuk beberapa aturan (*inference rule*) yang akan digunakan ke dalam sistem. Dari aturan-aturan tersebut, didapatlah nilai keluaran yang akan diolah kembali menjadi nilai numerik (*defuzzification*). Pada penelitian ini, digunakan beberapa variabel sebagai berikut :

Tabel 1 Variabel Fuzzy

Fungsi	Nama Variabel	Nama Himpunan Fuzzy	Semesta Pembicaran	Domain (unit)
Input	Warna	Biru	[162...234]	[0...162]
		Hijau		[160...174]
		Merah		[172...234]
Output	Ini berupa Warna	Biru	[0...500]	[0...200]
		Hijau		[150...350]
		Merah		[300...500]

Buatlah fungsi keanggotaan pada tiap-tiap variable. Berikut adalah fungsi-fungsi keanggotaan tersebut :

1. Fungsi keanggotaan warna



Gambar 3 Fungsi keanggotaan warna

Nilai Keanggotaan warna :

$$1 ; x \leq 160$$

$$\mu\text{Biru } [x] = (162 - x) / (162-160) \\ 0 ; x \geq 162$$

$$\mu\text{Hijau } [x] = (x-160) / (162-160) ; 160 \leq x \leq 162 \\ 1 = x \geq 162 \text{ atau } x \leq 162$$

$$(174 - x) / (174 - 162) ; 162 ; \leq x \leq 174$$

$$\mu\text{Merah } [x] = (x - 172) / (174 - 172)$$

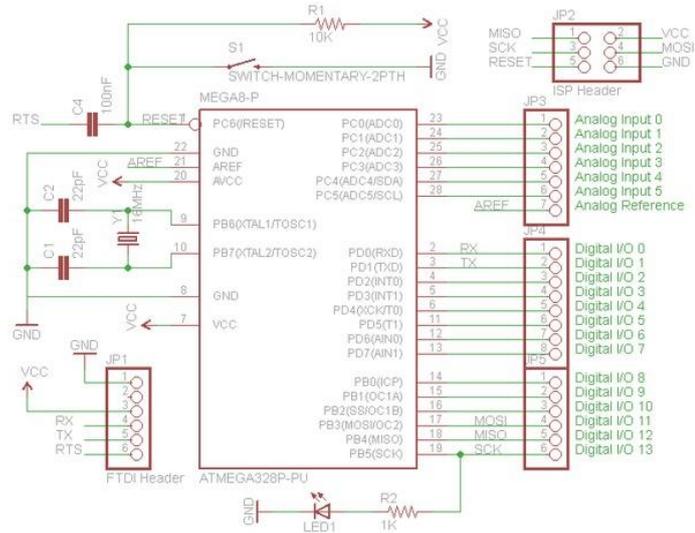
3.1.4 Perancangan Alat (*Hardware*)

Perancangan *hardware* merupakan suatu tahap yang sangat penting dalam pembuatan suatu alat, sebab dengan menganalisa komponen yang digunakan maka alat yang akan dibuat dapat bekerja seperti yang diharapkan. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, terlebih dahulu membuat rancangan yang baik. Yaitu dengan memperhatikan sifat dan karakteristik dari tiap-tiap komponen yang digunakan sehingga dapat menghindari kerusakan pada komponen yang digunakan dan mempermudah dalam pengerjaannya.

Berikut adalah beberapa komponen penting untuk menunjang kebutuhan alat yang akan dibuat :

3.1.5 *Arduino Uno*

Arduino adalah sebuah modul mikrokontroler yang berfungsi sebagai media *interface* dan proses *input/output*. *Arduino* merupakan modul mikrokontroler yang tidak perlu adanya perancangan tambahan untuk menggunakannya, hanya saja dibutuhkan *shield* atau perangkat yang sesuai untuk membuat proyek tambahan.



Gambar 4 Skema Rangkaian Arduino Uno

Prinsip kerja rangkaian mikrokontroler diatas menggunakan fasilitas *input/output* yang merupakan fungsi untuk dapat menerima sinyal masukan (*input*) dan memberikan sinyal keluaran (*output*). Sinyal *input* maupun sinyal *output* merupakan sinyal digital 1 (HIGH, mewakili tegangan 5 volt) dan 0 (LOW, mewakili tegangan 0 volt). *Arduino Uno* memiliki beberapa pin *input/output*

digital dan analog. Dalam perancangan ini diperlukan beberapa pin *input/output* digital untuk mengendalikan servo, *push button* dan LCD 16x2, dan beberapa pin *input/output* analog untuk menerima *input* dari sensor warna TCS3200. Modul Arduino Uno dapat dilihat pada gambar 3.7 berikut ini.

3.1.6 Sensor Warna TCS3200

TCS 3200 adalah IC (*Integrated Circuit*) pengkonversi warna cahaya ke frekuensi. Ada dua komponen utama pembentuk IC ini, yaitu fotodiode dan pengkonversi arus ke frekuensi. fotodiode pada IC TCS3200 disusun secara array 8 x 8 dengan konfigurasi: 16 fotodiode untuk memfilter warna merah, 16 fotodiode untuk memfilter warna hijau, 16 fotodiode untuk memfilter warna biru, dan 16 fotodiode tanpa filter.

Tabel 2 Logika Selektor S2 dan S3 pada Filter

S2	S3	Photodiode yang aktif
0	0	Pemfilter Merah
0	1	Pemfilter Biru
1	0	Tanpa Warna
1	1	Pemfilter Hijau

Fotodiode akan mengeluarkan arus yang besarnya sebanding dengan kadar warna dasar cahaya yang menyimpannya. Arus ini kemudian dikonversikan menjadi sinyal kotak dengan frekuensi sebanding dengan besarnya arus. Frekuensi output ini bisa diskala dengan mengatur kaki selektor S0 dan S1. Penggunaan skala frekuensi output S0 pada logika low(0) dan S1 dengan logika low(0) akan menyebabkan tegangan jatuh sehingga tidak akan menghasilkan output frekuensi. Dengan mengatur skala S0 pada logika low(0) dan S1 pada logika high(1) maka output frekuensi yang keluar hanya 2% dari output frekuensi keseluruhan. Sedangkan dengan mengatur skala S0 pada logika low(1) dan S1 pada logika high(0) maka output frekuensi yang keluar adalah 20%. Tabel 3.3 Kombinasi fungsi S2 dan S3

Skala penuh frekuensi adalah frekuensi maksimum yang dihasilkan pada masing-masing skala output sensor. Pada skala S0 = 0 dan S1 = 1, output frekuensi maksimum pada sensor adalah 12kHz. Pada skala S0 = 1 dan S1 = 0, output frekuensi maksimum pada sensor adalah 120kHz. Dan pada skala S0 = 1 dan S1 = 1, output frekuensi maksimum pada sensor adalah 600kHz. Penskalaan Output dapat dilihat pada table 3.3.

Tabel 3 Skala Output TCS3200

S0	S1	Skala frekuensi Output
0	0	Power Down
0	1	2%
1	0	20%
1	1	100%

Penggunaan skala frekuensi ini disesuaikan dengan kebutuhan dalam aplikasi yang dibutuhkan. Misalkan pada alat ini digunakan skala output frekuensi 100% untuk mendapatkan frekuensi keseluruhan. Untuk output dengan skala frekuensi 100%, perusahaan TAOS Inc. sebagai produsen sensor TCS230 ini telah melakukan pengukuran dan menetapkan nilai frekuensi secara teori. Pengukuran dilakukan pada beberapa warna atau dengan menentukan panjang gelombang, kemudian diukur nilai frekuensi pada pemfilter merah, pemfilter hijau, pemfilter biru, dan pemfilter tanpa warna. Hasil pengukuran frekuensi output sensor TCS230 adalah. Dapat dilihat pada table 3.4.

Tabel 4 Frekuensi Output Teori

PARAMATER	Warna/ Panjang Gelombang	Pemfilter Tanpa Warna S2=1, S3=0	Pemfilter Biru S2=0, S3=1	Pemfilter Hijau S2= 1, S3= 1	Pemfilter Merah S2= 0, S3= 0
Output frekuensi f_o ($\times 10^3$ Hz)	Ungu $\lambda p= 400$ nm	9.4	4.0	0.5	0.3
	Biru $\lambda p= 470$ nm	10.6	10.1	0.8	0.5
	Hijau $\lambda p= 524$ nm	13.3	2.6	11.2	0.8
	Kuning $\lambda p= 565$ nm	16.2	1.6	9.9	4.7
	Orange $\lambda p= 580$ nm	16.6	1.4	6.5	9.6
	Merah $\lambda p= 640$ nm	19.2	0.8	1.6	19.0

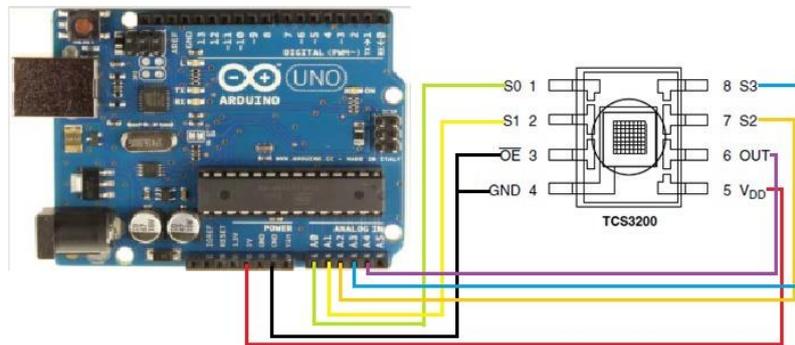
Dari hasil pengukuran diatas dapat dilihat bahwa untuk warna merah dengan panjang gelombang 640nm, fotodiode pemfilter merah menghasilkan frekuensi 19kHz. Namun, pemfilter tanpa warna juga dapat memfilter warna merah dengan frekuensi 19,2kHz. Demikian juga dengan pemfilter biru dan pemfilter hijau, walaupun dengan hasil frekuensi yang kecil, namun dapat memfilter warna merah juga. Oleh karena itu, untuk mendapatkan output frekuensi yang lebih baik dapat dilakukan dengan menjumlahkan hasil frekuensi keempat pemfilter.

4. Perancangan Elektronika

Perancangan elektronik pada alat deteksi warna secara keseluruhan menggunakan komponen yang telah jadi, seperti Arduino Uno, sensor warna TCS3200, LCD, regulator 7805, trimpot dan buzzer.

4.1 Rangkaian Sensor Warna TCS3200 dengan Arduino

Arduino Uno memiliki 14 pin digital dan 6 pin analog yang dapat digunakan sebagai *input* dan *output*. Pada alat sortir buah yang akan dibuat sensor warna TCS3200 dihubungkan ke pin analog arduino.



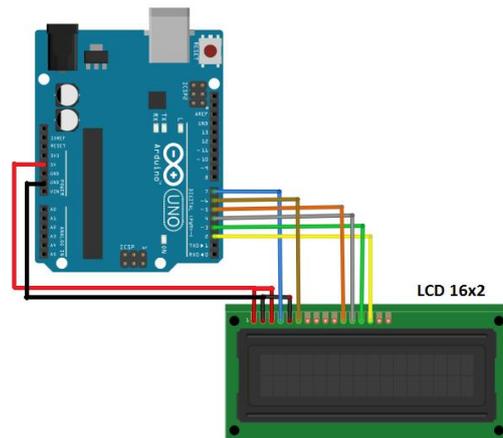
Gambar 5 Rangkaian Sensor Warna pada Arduino

Pin yang digunakan sensor warna TCS3200 pada Arduino adalah :

1. Pin A0 dihubungkan dengan S0
2. Pin A1 dihubungkan dengan S1
3. Pin A2 dihubungkan dengan S2
4. Pin A3 dihubungkan dengan S3
5. Pin A4 dihubungkan dengan Out

4.2 Rangkaian LCD dengan Arduino

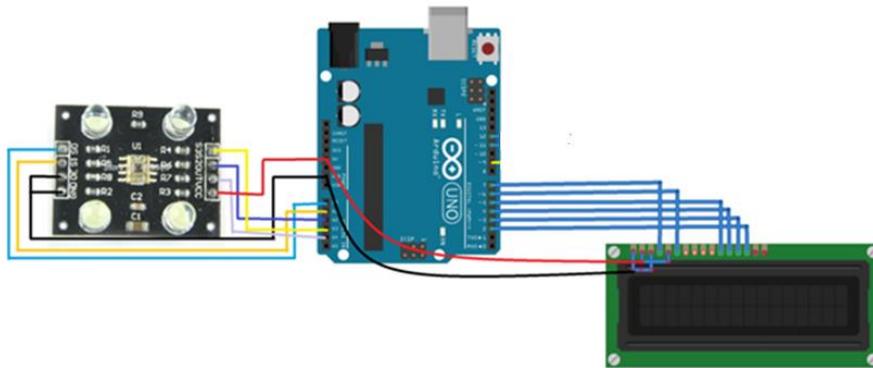
Pada perancangan ini LCD digunakan untuk menampilkan nilai RGB dari sensor warna. Pin yang digunakan LCD pada arduino adalah pin 2,3,4,5,6 dan 7. Gambar 3.10 berikut adalah gambar rangkaian LCD pada arduino.



Gambar 6 Rangkaian LCD pada Arduino Uno

4.3 Rangkaian Alat Secara Keseluruhan

Pada gambar 3.11 dibawah dapat dilihat seluruh sistem alat sortir buah berdasarkan warna yang telah dirancang pada pin arduino uno.



Gambar 7 Rangkaian Sistem Keseluruhan

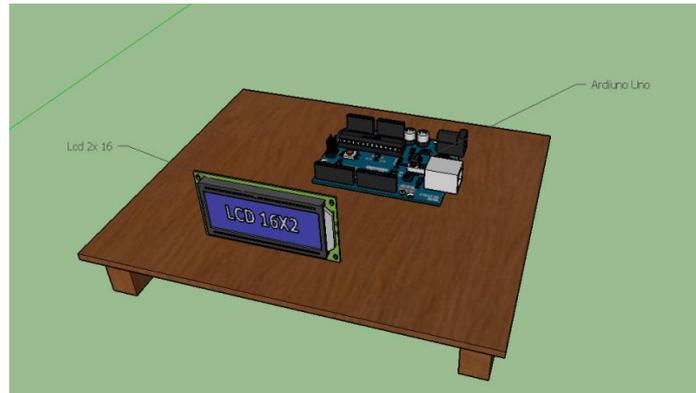
4.4 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*) Alat Input

Perancangan perangkat lunak dibuat melalui *software* IDE (*Integrated Developer Environment*) Arduino itu sendiri dengan menggunakan bahasa C. Pada sistem penyortiran ini, program dibuat agar dapat menerima *input* dari sensor warna TCS3200 dan memberikan *output* ke buzzer.

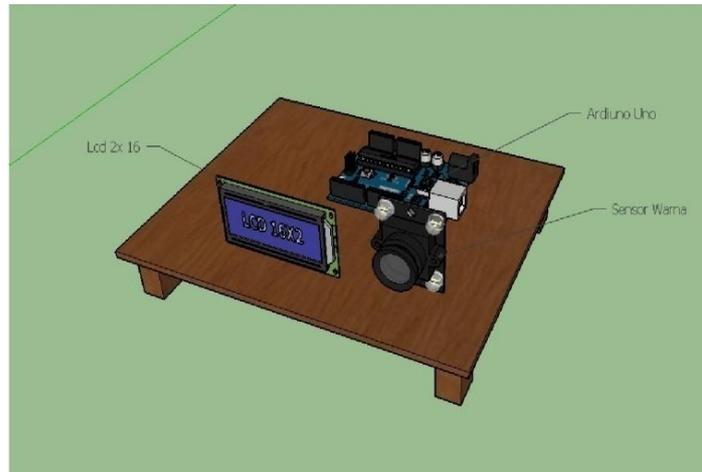
Perangkat keras sebagai pengendali tidak dapat bekerja jika tidak disertai dengan perangkat lunak sebagai pengatur fungsi kerja keseluruhan sistem. Perangkat bertugas untuk menentukan langkah-langkah yang harus dilakukan arduino baik *input* maupun *output* pada keseluruhan sistem, sehingga nantinya dapat ditentukan arah kendali atau proses dari sistem yang dibuat. Arduino merupakan pengendali utama dari keseluruhan sistem. Arduino tidak akan bisa berfungsi jika didalamnya tidak di masukkan sebuah program (*software*).

4.5 Perancangan Fisik Alat

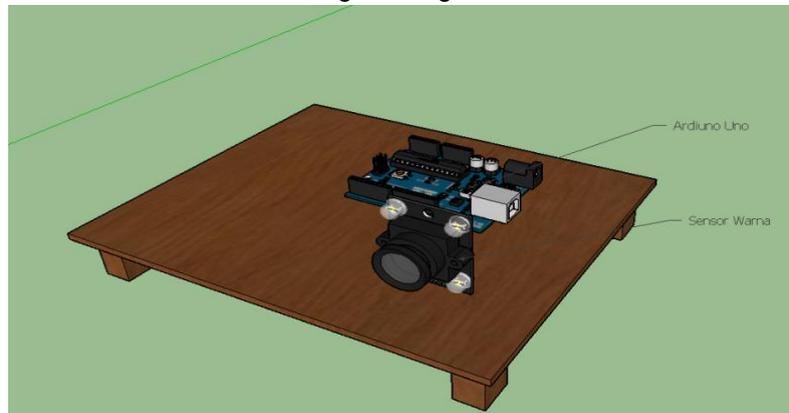
Perancangan perangkat model *hardware* ini dirancang dengan konsep seminimal mungkin agar mudah diimplementasikan oleh pengguna sistem. Perancangan model *hardware* menyajikan sebuah gambar 2 dimensi. Rancang bangun alat yang akan dibuat dalam sistem ini adalah sebagai berikut :



Gambar 8 Rancangan LCD pada Arduino Uno



Gambar 9 Rancangan Bangun Keseluruhan Alat



Gambar 10 Rancangan Sensor Warna Pada Arduino

5. Kesimpulan

Pengujian telah berhasil alat pendeteksi warna menggunakan sensor warna TCS3200 berbasis arduino dengan jumlah warna sebanyak tujuh warna yaitu merah, hijau, biru, kuning coklat orange dan pink.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan dari sebagai berikut :

1. Sistem pendeteksi warna menggunakan sensor TCS3200 yang dibangun dapat bekerja dengan baik dan hasil implementasi menunjukkan bahwa tingkat akurasi alat sangat tergantung dari beberapa hal seperti pencahayaan, jenis benda warna yang akan dideteksi, jarak antara sensor dengan obyek warna.
2. Cahaya luar dapat mempengaruhi kondisi keakuratan pembacaan sensor sehingga diperlukan penutup warna hitam untuk menghalangi cahaya luar pada sensor.
3. Tingkat keakuratan pembacaan warna ditentukan oleh faktor teknis yaitu posisi peletakan sensor tidak berubah dan harus pada kondisi cahaya yang stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, K. (2013). Panduan Mempelajari Aneka Proyek Berbasis Mikrokontroler. Yogyakarta : C.V Andi Offset.
- Chrysant, Nunuhitu. (2014). Perancangan Alat Pendeteksi Warna. Jurnal Undana.ac.id.
- Donny. (2013). RGB Scanning menggunakan TCS3200 dan Arduino Uno. Jurnal KsatriaUnisi.
- Sitorus, Lamhot.(2015).Algoritma dan Pemrograman.Yogyakarta
- Syahwil, (2017). Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontroler Arduino. Yogyakarta : C.V Andi Offset.
- Young, Thomas. (2016). Panjang Gelombang dan Frekuensi Spektrum Cahaya Tampak.